

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 620 958

(21) N° d'enregistrement national :

88 11339

(51) Int Cl<sup>4</sup> : B 23 Q 15/20; B 24 B 35/00.

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 29 août 1988.

(71) Demandeur(s) : Société dite : SUNNEN PRODUCTS COMPANY. — US.

(30) Priorité : US, 25 septembre 1987, n° 100.726.

(72) Inventeur(s) : James K. Davis ; Wayne W. Althen ; Daniel R. Cloutier ; Gerry R. Schnitzler.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 13 du 31 mars 1989.

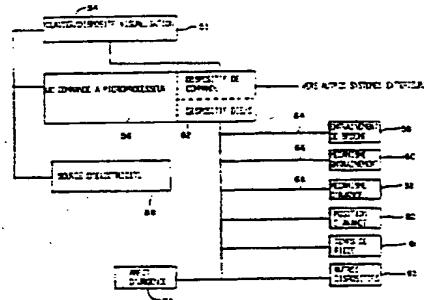
(73) Titulaire(s) :

(60) Références à d'autres documents nationaux appartenus :

(74) Mandataire(s) : Bureau D.A. Casalonga-Josse.

(54) Moyen de commande pour établir, mettre au point et contrôler des conditions de fonctionnement d'une machine-outil, en particulier d'une machine de honage.

(57) Machine-outil à commande par calculateur telle qu'une machine de honage ayant une partie qui vient contre la pièce et un appareil pour commander la machine-outil, comprenant des moyens pour établir certains paramètres de fonctionnement de la machine d'après les caractéristiques du travail à effectuer, comportant un dispositif formant calculateur 56 ayant un dispositif d'introduction 54 pour introduire des données concernant la pièce à usiner, un dispositif formant mémoire de calculateur contenant des données relatives à certaines conditions et certains paramètres de fonctionnement, ledit dispositif formant calculateur produisant des données de sortie pour établir les paramètres de fonctionnement de la machine de honage d'après les données introduites à propos de la pièce à usiner, et les données stockées, le dispositif formant calculateur ayant des sorties 58, 60, 52, 82, 61, 63 sur lesquelles sont produits des signaux pour établir les paramètres de fonctionnement pour la machine-outil.



FR 2 620 958 - A1

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

Moyen de commande pour établir, mettre au point et contrôler des conditions de fonctionnement d'une machine-outil, en particulier d'une machine de honage

La présente invention est relative à un moyen pour mettre au point au procédé de honage et, plus particulièrement, à un moyen perfectionné pour établir, mettre au point et contrôler des conditions de fonctionnement d'une machine de honage à partir de paramètres de pièce et de données stockées.

Il existe divers dispositifs pour le honage de surfaces telles que des surfaces cylindriques, et la plupart de ces dispositifs sont des dispositifs principalement mécaniques qui exigent de la part de l'opérateur une attention considérable et constante, et la qualité du travail effectué dépend sensiblement de l'habileté et de l'expérience de l'opérateur. Par exemple, avec les dispositifs de la technique antérieure connus, l'opérateur influence le honage notamment en installant et en déposant les pièces à honer, en choisissant un ensemble ou un mandrin de honage voulu et en mettant au point de manière voulue le parcours, le mouvement et la fréquence de course de la pierre de honage, la vitesse de fonctionnement ou le nombre de tours/minute du mandrin, les conditions pour mettre fin à une opération de honage et, dans certains cas, le couple voulu à établir et à conserver pour produire une vitesse voulue d'enlèvement de matière en tenant compte des risques d'endommagement de la machine de honage et des pierres et mandrins. Par conséquent, les dispositifs connus nécessitent

- de la part de l'opérateur beaucoup d'attention et d'expérience pendant la mise au point et pendant le honage. D'autres conditions doivent également être prises en compte pour monter et honer convenablement une pièce.
- 5 Ces conditions comprennent le choix des organes de la machine, les caractéristiques et la dureté des pièces à honer, la quantité de matière à enlever, le type et les dimensions du mandrin à utiliser et sa plage de réglage, le choix d'un abrasif approprié et autres questions
- 10 connexes. L'habileté des personnes nécessaires pour les mises au point et pour les modes opératoires ainsi que la somme d'attention et d'expérience exigée de l'opérateur contribuent sensiblement au coût du honage et à la précision et l'uniformité des pièces produites.
- 15 Des machines-outils à commande numérique (CN) de divers types sont utilisées depuis de nombreuses années et pour de nombreux usages. Plus récemment, des machines-outils à commande directe par calculateur (CNC) ont commencé à être largement utilisées. Nombre de ces dispositifs ont employé des moyens de commande adaptative de la nature des commandes asservies pour changer certains paramètres de machine afin de compenser des variations de conditions et d'améliorer le fonctionnement de la machine. Les machines CN et CNC nécessitent généralement des ingénieurs
- 20 de fabrication et/ou CN pour programmer les différents paramètres de machine dans la machine et, dans le passé, cela a souvent impliqué le recours à des données de manuels et/ou à l'expérience d'opérateurs ou de programmeurs pour que la machine accomplisse les fonctions voulues sur une
- 25 pièce particulière à usiner. Les données d'introduction ainsi produites sont stockées sur bande perforée, dans des mémoires magnétiques ou rémanentes et autres dispositifs et sont conservées en bibliothèque pour être appelées et utilisées suivant les besoins.

Les conditions actuelles de fabrication réclament des séries de fabrication de dimensions toujours plus petites à mesure que l'industrie s'oriente vers la fabrication "Juste à Temps" (JAT). Par ailleurs, avec les techniques 5 d'aujourd'hui qui évoluent très vite, l'obsolescence des pièces fabriquées fait que des grandes séries et donc des stocks importants sont coûteux à conserver et globalement non souhaitables. Parmi d'autres, ces facteurs grèvent lourdement les frais généraux de fabrication, en particulier dans les domaines de l'assistance technique pour 10 la CN et la CNC.

La présente invention est conçue pour améliorer la productivité de la fabrication en présentant la construction et le fonctionnement d'un nouvel appareil à commande 15 par calculateur pour le calibrage et la finition de précision de trous tel qu'une machine de honage, qui réduit sensiblement les frais généraux de fabrication, dont le réglage de la machine et les besoins en personnel de conduite de machine. Cet objectif est réalisable car la machine à commande par calculateur en question ne nécessite 20 pas un travail de programmation continu spécial ni des données de manuel ou un opérateur expérimenté pour chaque opération de honage. Plus particulièrement, avec le présent dispositif, une partie, voire la plupart de ces informations 25 et données sont incluses dans le logiciel et la programmation de la machine ou sont calculées par eux. A cette fin, la présente construction nécessite simplement l'introduction de données, parfois appelées données d'épure, relatives à la pièce à usiner, et les commandes elles-mêmes 30 établissent les paramètres de fonctionnement de la machine à partir des paramètres et des données stockées concernant la pièce. Le présent dispositif supprime aussi la nécessité de bibliothèques de programmes pour travaux différents, puisqu'elles 35 sont remplacées par l'introduction de données pour chaque travail et par le programme lui-même. Cependant, il faut

souligner qu'une bibliothèque de programmes peut être créée si on le souhaite avec le présent dispositif.

La présente invention permet à un opérateur ou un régulateur de machine de honage d'introduire rapidement des données à propos de chaque type de pièce, beaucoup de ces données étant facilement accessibles sur des plans ou épures de travail, directement dans la commande interactive de la machine. La commande accepte des entrées telles que les données relatives aux valeurs voulues pour le diamètre fini de l'alésage, le diamètre initial de l'alésage, la longueur de l'alésage, à la matière de la pièce à usiner, dont la dureté de la matière, à la finition de surface voulue, dont le motif de hachures croisées, à la grandeur du lot et autres informations. Quand les paramètres de la pièce ont été introduits, le calculateur calcule les paramètres appropriés de la machine et ceux-ci sont affichés pour être examinés par l'opérateur. Les activités ou fonctions de la machine sont commandées par le calculateur et les paramètres calculés de la machine établissent des paramètres de fonctionnement et des signaux associés de commande de machine pour l'opération de honage particulière. Ces paramètres de fonctionnement et les signaux correspondants de commande de machine sont par exemple la vitesse de broche, la vitesse de course, la vitesse d'avance, la longueur de course, la position d'entraînement dans l'alésage et le choix de l'outil. Par conséquent, les commandes réalisent une interaction avec les données introduites par l'opérateur, les données stockées et les formules et algorithmes stockés pour établir certains paramètres de machine. Les paramètres de machine comprennent pour chaque outil des tolérances pour les données sur la vitesse de broche, la longueur et la vitesse de course, la vitesse d'avance et la protection contre les surcharges. Les commandes fournissent aussi à l'opérateur une visualisation de diverses données dont les dimensions de la pièce à usiner, le couple

relatif de coupe et le nombre de pièces à honer dans un lot particulier. Les commandes sont conçues de façon à détecter le couple de coupe, qui est une mesure de la charge exercée sur le mandrin, et comparent celui-ci avec certaines tolérances d'outil qui participent de la fonction des commandes pour avertir si nécessaire l'opérateur de problèmes imminents causés par une surcharge ou autre.

Du fait de la programmation du logiciel, les commandes de la machine peuvent déterminer les divers paramètres de machine à établir à l'aide de données stockées telles que les données de tables à consulter en mémoire et à l'aide de calculs. Ces données stockées et ces calculs effectués par le calculateur peuvent être utilisés de la manière dont un programmeur de CN utiliserait des données de manuel et son expérience pour parvenir à certains paramètres de machine. En outre, avec le présent dispositif, les tables à consulter et autres informations présentes dans le logiciel peuvent être modifiées et mises à jour de temps à autre à mesure que de nouvelles informations deviennent disponibles. Ainsi, un utilisateur ou un opérateur ayant un logiciel à jour disposera toujours des données les plus à jour dont les données de finition de trou et il n'aura pas à compter sur des ingénieurs et autres pour programmer et reprogrammer la machine pour chaque nouveau travail.

Pendant le fonctionnement de la machine, certains paramètres de la machine seront contrôlés pour maintenir certaines conditions et pour procéder si nécessaire à des réglages. Cela implique le contrôle de la position du cône ou du coin servant à faire avancer radialement les éléments abrasifs, le couple produit pendant l'enlèvement de métal afin d'arrêter ou d'interrompre le fonctionnement si le couple dépasse un certain niveau de sécurité, la température de la pièce et/ou du montage d'outil qui tient la pièce, et les données ainsi accumulées peuvent servir à effectuer des réglages de la position du coin pour compenser la

dilatation thermique. Les données servent aussi à corriger les caractéristiques de durée et de déplacement comprenant les caractéristiques de course du mécanisme d'entraînement pour maintenir des vitesses voulues de variation des courbes sinusoidales ou autres de déplacement en fonction du temps et obtenir en conséquence une compensation afin de maintenir une vitesse relativement constante de la surface de travail en cours de honage. Au terme d'un cycle de honage, la position du coin de calage d'outil peut être maintenue fixe, et l'est en effet souvent, pendant un temps suffisamment long pour soulager les contraintes induites dans la pièce pendant le honage. Cette partie du cycle est parfois appelée "relaxation". Lors de cette phase terminale, on obtient le fini des surfaces et la géométrie finale de l'alésage pour ce qui concerne la détermination de la rotundité, de la rectilinéarité et des dimensions.

La réalisation d'une machine de honage à commande par calculateur de la manière décrite ci-dessus permet d'atteindre la constance et la précision pour les pièces produites, notamment en grande et en petite série, ce qui peut être obtenu automatiquement en donnant à toutes les pièces de chaque série des caractéristiques voulues de dimensions et de finition de surface, si bien que les pièces produites deviennent plus uniformes et plus prévisibles quant à leurs dimensions.

Le présent dispositif utilise une configuration à boucle fermée pour commander et établir les paramètres du procédé de honage, ce qui donne à la totalité du procédé des avantages importants par rapport à des dispositifs et procédés plus classiques incapables de commander et d'établir de manière correcte des conditions de fonctionnement de la machine à partir d'un nombre aussi minime de données d'entrée. En outre, la présente construction peut dans certaines circonstances prendre en compte des changements qui

surviennent pendant le honage, tels que l'usure des pierres, le déplacement des coins de calage, la température et autres facteurs qui ont tous tendance à limiter ou à modifier les taux d'enlèvement de matière, dont les taux d'enlèvement de matière par course. Ceci est particulièrement important lorsque la machine fonctionne à une valeur fixe de diamètre pour un outil tel qu'un outil à surface utile constituée de matière super-abrasive. Les opérations très couramment effectuées d'alésage à l'outil diamanté ou de honage à passe unique présentent à cet égard certains avantages, mais elles ne confèrent pas des possibilités de fonctionnement aussi larges que ne le permet la présente construction et, avec les dispositifs à passe unique, l'outil est pendant très peu de temps au contact de la pièce et, souvent, il n'y a pratiquement pas de va-et-vient. La présente construction offre des moyens pour surmonter parmi d'autres ces faiblesses de la technique antérieure, et les présents perfectionnements peuvent être mis en oeuvre dans beaucoup plus de types de machines dont celles qui utilisent des super-abrasifs tels que les abrasifs contenant des particules de diamant, des particules de nitrule de bore cubique ou autres substances. La présente construction est également particulièrement adaptable pour des travaux de honage multi-course en mesure d'atteindre les mêmes précisions que celles obtenues par honage à passe unique tout en assurant en même temps une gamme relativement plus large de diamètres de honage par outil et des taux d'enlèvement de matière que ne permettent pas une machine de honage à passe unique ni le honage par des dispositifs de honage plus classiques dont ceux qui utilisent des abrasifs vitrifiés.

La présente invention vise principalement à réaliser une machine de hanage à commande par calculateur qui puisse être préréglée avec précision en tenant compte d'un certain nombre de conditions et de paramètres différents de fonc-

tionnement et d'environnement, et qui permette de produire des surfaces usinées plus constantes, à cotes précises en exigeant de l'opérateur une attention, des connaissances et une expérience minimales.

5 L'invention vise aussi à ce qu'il soit avantageux d'un point de vue économique de honer avec précision des séries relativement petites de pièces.

L'invention vise aussi à simplifier et faciliter grandement les opérations de réglage de la machine, sans nécessiter de bibliothèques de programmes contenant un programme pour 10 chaque pièce différente à honer et sans nécessiter de données de réglage pour chaque travail différent, stockées sur bande perforée, sur supports magnétiques ou autres dispositifs de mémoires rémanentes ou autres dispositifs de mémorisation similaires.

15 L'invention vise aussi à limiter le plus possible l'influence de l'opérateur sur une opération de honage et donc à accroître la précision des pièces honées.

20 L'invention vise aussi à étendre sensiblement la plage de fonctionnement des mandrins de honage pour ce qui concerne les agencements connus d'outils super-abrasifs pour passes uniques.

25 L'invention vise aussi à réduire fortement ou à éliminer la nécessité d'ingénieurs de fabrication et de CN pour mettre au point des processus et des données de réglage afin de commander des opérations de honage spécifiques pour des pièces particulières à usiner, de même qu'à éliminer la nécessité de manuels de consultation et autres sources de données servant de références à l'opérateur, lesquelles peuvent maintenant être toutes incluses dans le logiciel ou autre moyen de stockage correspondant 30 à une machine de honage ou autre.

35 L'invention vise aussi à présenter la construction et le fonctionnement d'une machine de honage à commande par calculateur qui peut être mise en oeuvre avec de nom-

breux types différents de mandrins de honage dont le diamètre de honage est réglable avec une plage relativement large ou encore très étroite.

5 L'invention vise aussi à permettre un meilleur contrôle des super-abrasifs dans les machines de honage du type à course de va-et-vient en augmentant de ce fait les plages de fonctionnement pour celles-ci.

L'invention vise aussi à rendre le honage plus facile à programmer et à commander, et plus sûr à mener.

10 L'invention vise aussi à réduire la nécessité d'opérations de honage à passe unique pour obtenir la précision et l'uniformité des dimensions des pièces, et à surmonter le défaut des outils de honage par passe unique lié à leur capacité limitée d'enlèvement de matière en augmentant les 15 possibilités d'expansion de l'opération.

L'invention vise aussi à modifier la nature de la compétence et de la formation exigées des personnes conduisant des machines de honage.

20 L'invention vise aussi à réaliser des moyens pour commander et corriger davantage de fonctions opératoires et de réglages de machine lors d'un honage, notamment le choix de la vitesse de broche, de la vitesse de course, de la vitesse d'avance, de la longueur de course, de la position d'entraînement, le choix de l'outil et la correction 25 de température.

L'invention vise aussi à donner à l'opérateur d'une machine de honage une plus grande latitude quant au choix de l'outillage et des paramètres de fonctionnement.

30 L'invention vise aussi à permettre la mise en oeuvre du présent système dans un contexte de fabrication automatisée (CND ou FAO).

35 L'invention vise aussi à permettre à l'opérateur d'une machine à commande par calculateur d'optimaliser les conditions de fonctionnement, y compris de pouvoir intervenir pour modifier des paramètres de machine établis.

Ces objectifs et avantages parmi d'autres de la présente invention apparaîtront davantage pour ceux qui connaissent la technique après examen de la description détaillée ci-après d'une forme de réalisation préférée 5 en regard des dessins annexés, sur lesquels :

la Fig. 1 est une vue de côté en plan d'une machine de honage à commande par calculateur montrant l'emplacement des divers organes de la machine et des capteurs associés à celle-ci et destinés à servir dans le cadre du contrôle 10 des états de la machine;

la Fig. 2 est une vue de dessus de la machine de honage à commande par calculateur représentée sur la Fig. 1;

la Fig. 3 est une vue de l'extrémité droite de la machine de honage à commande par calculateur représentée 15 sur la Fig. 1;

la Fig. 4 est un schéma de principe du circuit pour la machine de honage à commande par calculateur selon la présente invention;

les figures 5A et 5B forment à elles deux un organigramme du mode mise au point employé dans la présente machine de honage à commande par calculateur; 20

la Fig. 6 est un organigramme du mode exécution de la même machine;

les figures 7 à 22 représentent certains des masques 25 de saisies qui apparaissent sur l'écran de contrôle de la partie formant calculateur des commandes pour la présente machine de honage; et

les figures 23 à 25 représentent des masques typiques apparaissant lorsque la machine est en mode exécution.

La présente invention est relative à une nouvelle 30 machine de honage à commande par calculateur qui établit des paramètres de fonctionnement de la machine d'après des données d'entrée portant sur des paramètres de pièce à usiner et des données stockées. Puisque, dans la présente 35 invention, des paramètres de fonctionnement produits par

un calculateur commandant l'établissement des paramètres pour une opération de honage, le fonctionnement de la machine de honage produit des surfaces usinées plus uniformes et honées avec plus de précision, avec une plage 5 de réglage beaucoup plus grande pour le diamètre de honage (en particulier en comparaison du honage à passe unique) pendant une opération de honage. Par ailleurs, autrefois, l'expérience et la compétence de l'opérateur jouaient un rôle important dans la qualité, la précision et l'uniformité du produit fini. Le présent moyen repose beaucoup 10 moins, voire pas du tout, sur la compétence et l'expérience de l'opérateur.

La partie formant machine de honage du présent dispositif peut comporter nombre des caractéristiques et organes des machines de honage connues tels que, par exemple, l'utilisation de mandrins de honage connus, de moyens connus pour l'entraînement des mandrins, de moyens connus pour faire avancer et reculer radialement les éléments d'engagement de la pièce, et d'abrasifs connus comportant les matières 20 particulièrement super-abrasives que sont les particules abrasives super-dures telles que les particules de diamant, les particules de nitrure de bore cubique et autres matières super-dures.

Nombre des conditions de fonctionnement rencontrées 25 pendant le honage n'étaient pas prises en compte dans les dispositifs connus autrement qu'en s'appuyant sur la compétence et l'expérience de l'opérateur. Parmi ces conditions, on citera les variations de la pièce à usiner dues aux changements de température, les variations du couple de 30 la machine, les variations produites par le choix d'un abrasif voulu, l'usure des organes de la machine dont le moyen faisant avancer les pierres, ainsi que les pierres ou autre abrasif, la présence ou l'absence de course de va-et-vient et la nature de la pièce à honer, dont la dureté 35 et la capacité d'usure de cette dernière. Il n'y avait pas

de moyen pour prendre en compte de manière précise et prévisible toutes ces variables et d'autres encore, ni pour procéder à des réglages appropriés pour compenser les variations de celles-ci, notamment la possibilité 5 d'apporter des changements précis pendant le fonctionnement de la machine de honage, ce qui entraînait une certaine variation et un certain manque de précision d'une pièce à l'autre.

La présente invention représente la première tentative connue d'informatisation d'une machine de honage par 10 des moyens qui réalisent des processus de mise au point simplifiés, et elle permet aussi à l'opérateur de prendre en compte les changements et les variations susceptibles de survenir pendant une opération de honage de façon que 15 dans certains cas des réglages soient réalisables pour compenser ceux-ci. Avec la présente construction, tout ce qui est globalement nécessaire pour l'opérateur est d'introduire quelques informations normalement faciles d'accès sur une épure ou autre source de connées, et le calculateur 20 utilise ces entrées pour établir la totalité des conditions et paramètres de fonctionnement nécessaires et, normalement, l'opérateur n'a pratiquement rien d'autre à faire. Aucun dispositif connu n'a ces possibilités.

La machine de honage 30 représentée sur la Fig. 1 25 est une illustration de nombreux types différents de telles machines dont des machines de honage orientées verticalement et horizontalement qui peuvent être informatisées comme exposé dans la présente description. La machine de honage horizontale représentée ne l'est qu'à titre d'illustration. 30 La machine de honage 30 comporte un agencement de mandrin 32 monté sur un agencement 34 d'adaptation de broche parfois appelé nez de broche entraîné, par l'intermédiaire de pignons ou de courroies, par un moteur d'entraînement 36 représenté sur le dessin comme ayant son axe décalé par rapport à l'axe de l'agencement de mandrin 32 pour loger 35 la courroie d'entraînement 38.

Sur les figures 1 à 3, on voit que la pièce ou le montage 42 de support de pièce à usiner a un mouvement de va-et-vient qui lui est communiqué par le moyen d'entraînement 40, et que la pièce peut être supportée sur la machine 30 par le montage de support 42. Il est envisagé d'utiliser aussi la présente invention sur des machines qui actionnent l'agencement de mandrin tout en maintenant la pièce à usiner dans une orientation axiale fixe, les deux types de mécanismes d'entraînement étant communs dans l'industrie du honage.

L'agencement de mandrin 32 tourne sous l'action du moteur d'entraînement 36 par l'intermédiaire de la courroie 38 et on voit que le moteur d'entraînement 36 a sur lui-même un premier moyen formant capteur 44 pour détecter la vitesse de broche et un second moyen formant capteur 46 pour détecter la charge ou le couple appliqué à la broche. Divers dispositifs connus de détection de vitesse et de couple peuvent être utilisés à cette fin et les capteurs peuvent être montés comme représenté sur le moteur 36 ou bien ils peuvent être montés sur la broche 32 elle-même ou en association avec celle-ci. L'utilisation de capteurs dans ce but n'est pas nouvelle et l'emplacement et le type de capteur employé sont à la discréTION du constructeur de la machine. Le moyen d'entraînement 40 a son propre capteur 48 de position d'entraînement qui produit un signal de sortie variant avec la position du moyen d'entraînement par rapport au mandrin 32. Quand le mandrin va et vient, le signal de sortie du capteur varie en fonction de la position du mandrin par rapport à la pièce ou à son moyen de maintien.

Pendant une opération de honage, une barre ou un coin d'avance 50 est déplacé dans l'agencement de mandrin 32 pour agrandir ou dilater radialement le diamètre de honage et pour rentrer le mandrin. Un des avantages importants de la présente construction par rapport aux constructions

de la technique antérieure telles que les dispositifs à passe unique est que la présente construction comporte un agencement de tige ou coin d'avance qui se déplace dans le mandrin pour agrandir le diamètre du mandrin 32 pendant une opération de honage. Cela est effectué à mesure que de la matière est enlevée de la pièce afin de maintenir l'élément abrasif en contact appuyé contre la pièce jusqu'à ce que le diamètre final voulu ait été atteint. Avec les dispositifs connus à passe unique, il n'était pas possible de modifier le diamètre de honage au cours d'une opération de honage, mais seulement de prédéterminer le diamètre de honage avant l'opération de honage pour établir l'enlèvement de matière voulu. Pour cette raison, les mandrins connus pour passe unique, en particulier ceux qui utilisent des super-abrasifs, étaient coniques sur la plus grande partie de leur longueur pour déterminer la quantité de matière pouvant être enlevée de la pièce afin d'établir un diamètre et un poli de surface de pièce voulus. Aucun réglage du diamètre de honage n'est possible pendant un honage avec les dispositifs de honage à passe unique, ce qui a fortement limité leur utilité et sensiblement réduit la quantité de matière enlevable à la surface d'une pièce. Les courses multiples en va-et-vient n'ont ordinairement pas été utilisées non plus. L'outillage nécessaire pour réaliser une expansion ou des accroissements du diamètre de honage au cours d'une opération de honage est couvert par la demande de brevet déposée aux U.S.A.

le 30 septembre 1987 sous le n° 102658 aux noms de Schimweg et al.

Avec la présente machine de honage à commande par calculateur, il est possible d'introduire des données telles que des données d'épures ou autres dans un moyen d'introduction informatique, par exemple à l'aide d'un clavier 54 (Fig. 4) ou autres dispositifs d'introduction tels que des écrans cathodiques tactiles tandis que des

masques de saisie apparaissent sur l'écran de contrôle  
 55. Au terme de ces opérations, le calculateur calcule,  
 à partir de données simples introduites, de tables à  
 consulter mémorisées, de formules et d'algorithmes, tous  
 5 les paramètres et les conditions de fonctionnement néces-  
 saires pour effectuer le honage voulu, dont les informa-  
 tions relatives au déplacement nécessaire du coin pour  
 l'expansion du mandrin, à la position finale du coin au  
 terme du honage et pendant la relaxation, et les  
 10 informations et réglages nécessaires quant au parcours  
 de course voulu, en fonction des cotes de la pièce à honer.  
 La machine évalue aussi les conditions de couple et calcule  
 la vitesse de broche requise pour effectuer le honage  
 souhaité, le choix de l'outillage voulu comportant la  
 15 gamme de diamètres couverte par l'outillage et le type  
 d'abrasifs impliqué, et il est également possible, à l'aide  
 du moyen de détection de température qui détecte de préfé-  
 rence la température de la pièce à usiner et non celle du  
 support ou du montage de la pièce, pour corriger les  
 20 inexactitudes apparentes du honage dus aux échauffements  
 qui surviennent dans la pièce à usiner pendant le honage.  
 Ainsi, à la différence de tous les dispositifs connus, le  
 présent dispositif peut recevoir certaines informations  
 initiales à partir desquelles est établie la totalité des  
 25 conditions et paramètres divers de la machine, si bien  
 que l'opérateur de la machine n'a pas à faire de supputa-  
 tions ni d'estimations en se fondant sur son expérience  
 ou autre, et que l'opérateur n'a pas non plus à s'appuyer  
 sur des données de manuels qui se trouvent dans le logi-  
 30 ciel pour la présente machine et, comme indiqué, peuvent  
 être mises à jour de temps à autre à mesure que des infor-  
 mations nouvelles deviennent disponibles.

La Fig. 4 est un schéma de principe des circuits pour  
 une machine de honage 30 à commande par calculateur selon  
 35 la présente invention. Comme représenté sur la Fig. 4, le

circuit comprend un ensemble 54 clavier/visualisation qui peut être d'une conception classique, ayant un clavier pour introduire des données et des instructions et un dispositif de visualisation 55. Selon une autre possibilité, le clavier peut se présenter sous la forme de blocs préprogrammés sur écran tactile que l'opérateur touche pour introduire les données nécessaires. L'ensemble 54 clavier/visualisation est relié à un microprocesseur ou autre dispositif informatique 56 qui est la commande principale pour la machine considérée. Le microprocesseur 56 peut être un calculateur du commerce tel qu'un micro-ordinateur utilisant un système d'exploitation normalisé modifié et/ou programmé pour satisfaire aux conditions et paramètres divers esquissés dans la présente description, ou bien il peut s'agir d'un microprocesseur spécialisé avec un système d'exploitation individualisé. Cependant, quel que soit le système utilisé, il doit être compatible avec les protocoles de communication courants dans le contexte de la CND ou de la FAO. Le microprocesseur 56 est relié à divers commandes et capteurs de la machine de honage, avec une liaison avec le dispositif d'entraînement 58 de broche, des liaisons avec le mécanisme d'entraînement 60, des liaisons avec le mécanisme d'avance 52, des liaisons avec un dispositif 61 pour la température de la pièce à usiner, des liaisons avec d'autres dispositifs 63 et des liaisons avec les principaux capteurs nécessaires dont le capteur 44 qui détecte la vitesse de la broche, le capteur 46 qui réagit à la charge ou au couple exercé sur la broche, le capteur 48 qui réagit à la position du mécanisme d'entraînement en position d'entraînement, le capteur 92 qui réagit à la position du coin d'avance et le capteur 90 qui réagit à la température de la pièce à usiner ou du porte-pièce. A propos du capteur d'entraînement, il faut souligner que pendant un honage typique, il est nécessaire de placer l'agencement de mandrin 32 ou le bras ou montage d'entraînement 42 dans une position initiale particulière

de sa course afin que, pendant l'entraînement, la position de l'agencement de mandrin 32 évolue sur une distance axiale voulue pour produire le honage proprement dit.

Le microprocesseur 56 est également relié à un dispositif 62 d'E/S doté de diverses connexions de sortie servant à commander différents éléments de la machine de honage afin d'établir les conditions de fonctionnement voulues. Les signaux de sortie comprennent une connexion 64 d'actionnement de broche, une connexion 66 de commande d'actionnement de mécanisme d'entraînement, une connexion 68 d'actionnement de dispositif d'avance et d'autres connexions telles qu'une connexion de commande de sens du dispositif d'avance. Diverses autres lignes de sortie sont disponibles et pourraient être utilisées pour commander d'autres fonctions de la machine. Le dispositif 62 d'E/S comprend une zone de communication pour relier le dispositif d'affichage à clavier ou autre moyen d'introduction et divers autres dispositifs externes tels qu'un ensemble de mesure à colonne, un dispositif de chargement automatique et autres dispositifs spécialisés du tableau de commande. Par exemple, une ligne 72 d'arrêt E d'urgence permet à l'opérateur d'arrêter la machine en cas d'urgence. Une ligne d'avance pas-à-pas 74 et une ligne de commande de retrait pas-à-pas situées sur la machine permettent à l'opérateur d'actionner manuellement le dispositif d'avance pour commander l'expansion et le retrait de l'outil de honage. Des commandes d'entraînement pas-à-pas permettent à l'opérateur d'actionner manuellement pas-à-pas un mécanisme d'entraînement pour que l'entraînement ait lieu à une vitesse voulue, respectivement dans l'un ou l'autre sens. Une commande de repos d'avance peut aussi être présente de façon qu'un opérateur puisse valider et régler manuellement une position de référence à partir de laquelle peut être déterminée la position du dispositif d'avance. Quand cette commande est sollicitée, la position du dispositif

d'avance est mise à zéro. La même commande peut aussi servir à limiter, en mode manuel, le retrait du dispositif d'avance. Une commande de progression d'avance est utilisée quand on le souhaite pour sol-

5 liciter un contact de fin de course qui limite la progression du dispositif d'avance en mode manuel et cette commande produit un signal qui atteint un niveau haut ou passe à "1" logique quand le dispositif d'entraînement de broche est prêt et qu'il n'y a aucune anomalie.

10 Le circuit pour la présente machine de honage à commande par calculateur comprend aussi une source d'électricité appropriée 88 qui peut être d'un modèle classique et produit des niveaux de tension de sortie appropriés pour établir les conditions de fonctionnement nécessaires aux divers éléments.

15 Avec la présente construction, il est donc possible de mettre la machine dans ses conditions initiales de fonctionnement simplement en introduisant des données de pièce, après quoi la machine peut effectuer un honage quand une pièce est bien en place. Le honage a lieu pendant une période durant laquelle le mandrin réalise une expansion à partir de son diamètre de fonctionnement initial qui est l'état où il vient juste au contact de la surface à usiner, l'expansion se poursuivant jusqu'à un état final où le diamètre voulu de la surface finie de la pièce a été atteint. L'état final peut en réalité être quelque peu différent du diamètre final voulu, compte tenu du fait qu'au fur et à mesure du honage la pièce s'échauffe et le diamètre de la surface d'usinage change en conséquence, ce qui doit donc 20 être pris en considération. Le diamètre final honé est par conséquent en général un peu différent du diamètre final voulu, obtenu après le refroidissement de la pièce.

25 De temps en temps, il peut être nécessaire de contrôler une pièce d'usinage une fois que celle-ci a été honée et refroidie pour procéder à des réglages afin de compenser

les variations ou l'usure du mandrin ou de la surface du mandrin au contact de la pièce. A cet effet, on peut utiliser des dispositifs de mesure classiques pour mesurer la cote de la surface usinée. Ceci est effectué habituellement 5 une fois ou deux lors des opérations de honage classiques, par exemple après le honage de la première pièce et de quelques autres à sa suite et, en général, le reste du honage à l'aide du même mandrin peut être terminé sans autre modification, contrôle ni réglage. Si un dispositif 10 électronique de mesure est utilisé, ses données de sortie peuvent être introduites dans le calculateur de façon que le calculateur puisse procéder aux calculs et corrections nécessaires.

Considérant de nouveau la Fig. 1 qui montre, sous une forme schématique pour faciliter la compréhension, certains détails et caractéristiques d'une machine de honage 30, on peut voir que ceux-ci comprennent un moyen d'entraînement 15 36 de broche pour faire tourner un mandrin de honage 32, un moyen d'entraînement en va-et-vient 40 pour déplacer 20 axialement le mandrin 32 et/ou la pièce l'un par rapport à l'autre pendant le honage, un moyen 52 pour faire avancer ou reculer axialement un coin par rapport au mandrin 32 pour provoquer l'expansion ou la contraction d'un organe venant au contact de la pièce, et un montage 42 pour sup- 25 porter et dans certains cas faire aller et venir la pièce pendant le honage de cette dernière. La machine de honage 30 comprend aussi le moyen formant calculateur associé (Fig. 4), qui peut être programmé pour établir les conditions et paramètres de fonctionnement voulus, parfois 30 appelés procédés de "MISE AU POINT".

Les commandes pour la machine 30 considérée comprennent aussi le clavier 54 ou autre moyen d'introduction d'informations et de données, en particulier pendant le mode de mise au point, et de commande d'autres fonctions du calculateur. Il peut s'agir d'informations quant au diamètre 35

initial de l'alésage de la pièce, au diamètre fini de l'alésage, à la longueur de l'alésage, à la matière de la pièce à usiner dont la dureté de celle-ci et le fini de surface voulu et, si on le connaît, l'angle des hachures croisées. Le programme du calculateur contient des données de table à consulter ainsi que d'autres données et, à partir des données introduites par l'opérateur, les commandes peuvent calculer automatiquement des choses telles que la vitesse de broche, la longueur de course dont la longueur de dépassement de course, les courses par minute ou la fréquence de course, la vitesse périphérique de honage requise par minute, une vitesse conseillée d'enlèvement de matière et une durée de cycle pour terminer un honage. D'autres informations auront aussi à être introduites, telles que le nombre de pièces à honer.

Ensuite, pendant le processus de honage, un masque de contrôle d'exécution est produit sur l'écran de contrôle pour indiquer diverses conditions de fonctionnement, à savoir une indication permanente du nombre de pièces ou de honages terminés, du nombre de pièces restant à honer, de la température des pièces, du nombre de pièces honées par unité de temps telle que la minute et la vitesse d'enlèvement de matière utilisée. La commande permet aussi d'indiquer et, si nécessaire, de corriger certaines conditions de fonctionnement pour y apporter des changements, par exemple dans la vitesse de broche, la longueur de course, la position d'entraînement, la vitesse de course, la position finale du coin d'avance et la vitesse d'enlèvement de matière. Le masque d'exécution fournit aussi des indications sur la position instantanée du coin et sur le couple instantané. Le couple peut varier dans une mesure relativement large depuis un couple faible ou nul jusqu'à des couples de fonctionnement importants, voire excessifs. La position du coin peut être suivie depuis son état initial au début de l'opération, lorsque l'organe de honage vient

juste au contact de la pièce, jusqu'à l'état où la cote finale voulue de l'alésage est atteinte. Le déplacement réel du coin est contrôlable sur une réglette horizontale qui apparaît sur le masque d'exploitation, les indications 5 de la bande de la réglette étant fondées sur les données introduites pour indiquer les positions initiale et finale du coin. Typiquement, l'image de bande de réglette apparaissant sur le dispositif de visualisation représente l'ampleur totale de l'expansion de l'outil.

10 L'organigramme de mise au point représenté sur les figures 5A et 5B commence par l'alimentation électrique du bloc 130 qui établit un état ou une configuration de contrôle de démarrage 132 qui commande à son tour une étape 15 d'initialisation 134 durant laquelle nombre des conditions de fonctionnement de la machine sont ramenées à leur état initial. L'une des premières choses qui surviennent est la possibilité donnée à l'opérateur de choisir entre l'utilisation des unités anglaises et métriques, qui intervient dans le bloc pouce/métrique 136. Le bloc pouce/métrique 136 donne le moyen de 20 valider le bloc 138 de sélection de mode, lequel mode donne à l'opérateur 3 options, à savoir l'option de mise au point, l'option d'exécution et l'option de diagnostic. Le bloc du mode sélection représente par conséquent le menu principal pour la machine. Le mode mise au point est représenté 25 sur les figures 5A et 5B et doit être sélectionné pour être en fonction.

En mode mise au point est produit un masque portant la légende "introduire diamètre initial d'alésage" 140. L'opérateur introduit le diamètre initial de l'alésage de 30 la pièce à honer, et ce bloc de l'organigramme commande le bloc de contrôle de limites 142 qui peut soit produire une indication "hors limites", bloc 144, soit permettre l'activation d'un bloc 146 "calculer la vitesse de broche", grâce à quoi la vitesse de broche est calculée. Le choix du bloc 35 146 met en fonction le bloc 148 intitulé "introduire le

diamètre final de l'alésage" que l'opérateur introduit alors. Cette entrée est également contrôlée au bloc 150 de contrôle de limites qui indique soit l'état "hors limites", commande 152, soit, si les diamètres initial et 5 final introduits sont tous deux dans les limites, passe à "introduire la longueur d'alésage" au bloc 158. Cela met en fonction le masque suivant qui demande le fini de surface voulu, bloc 159, et l'angle des hachures croisées, bloc 160. L'étape suivante consiste à passer au bloc 153 10 "introduire la matière". Il apparaît un masque montrant la gamme de duretés, bloc 154, correspondant à la matière choisie pour la pièce, soulignant la dureté typique pour la matière, ce masque sollicitant une entrée de dureté. Le bloc 180 suivant, intitulé "afficher les paramètres calculés", apparaît. Au bloc 180 est associé un bloc 182 de sauvegarde ou de correction utilisable pour sauvegarder ou corriger les divers paramètres déterminés par la commande. 15 L'introduction des paramètres révisés est commandée par la sollicitation du bloc 184 "choisir les corrections" associé à un bloc 185 de correction de paramètres et à 20 un bloc 186 de contrôle de limites, le bloc 186 "afficher les paramètres calculés" et le bloc 182 de sauvegarde ou de correction empruntant cette boucle jusqu'à ce que l'opérateur choisisse l'option sauvegarde du bloc 182. À cet 25 instant, les paramètres sont sauvegardés dans la mémoire de commande conformément au bloc 182 de sauvegarde de paramètres. L'outil conseillé, bloc 161, est affiché sur le masque et une instruction est donnée pour l'installation du mandrin dans la machine, bloc 163. Un nouvel affichage enseigne qu'une pièce à usiner doit être placée sur le 30 mandrin, que l'expansion de l'élément abrasif doit avoir lieu, bloc 164 et que la position consécutive du coin doit être introduite dans la commande. Cela établit la position initiale du coin. Le bloc 165 de retrait d'outil sort 35 l'outil jusqu'à la position initiale du coin. S'il existe

un chargeur automatique de pièces, le bloc 166 "sélectionner le chargeur de pièces" est sollicité.

Un autre bloc 168, intitulé "régler la position d'entraînement", est présent pour permettre à l'opérateur d'établir la position pour l'entraînement en va-et-vient. Une commande d'entraînement pas-à-pas, présente sur la machine, est également associée au bloc 168, laquelle commande permet à l'opérateur de modifier pas-à-pas la position d'entraînement dans un sens ou l'autre selon le besoin pour établir la position de l'entraînement par rapport à l'a-lésage.

Après le bloc 168 de commande d'entraînement peut se trouver une commande optionnelle "introduction de temporisation" qui permet à l'opérateur d'établir pendant l'entraînement une temporisation si ce dispositif existe dans le système d'entraînement de la machine. Le fait de pouvoir régler la durée de la temporisation est important dans certaines conditions, car il permet à l'opérateur de réaliser des pauses ou des temporisations dans l'entraînement, si bien qu'un honage plus grand peut avoir lieu à certains endroits qu'à d'autres. Inversement, plus la durée de la temporisation est courte, plus le honage est limité au point de temporisation.

La commande revient ensuite au menu principal via un bloc 169 intitulé "retour au menu principal". Une fois la commande revenue au menu principal, l'opérateur a toute latitude pour resélectionner le processus de mise au point décrit ci-dessus ou sélectionner le mode exploitation ou le mode diagnostic. S'il choisit le mode exploitation, il lance le processus couvert par l'organigramme représenté sur la Fig. 6.

Le mode exploitation a un bloc d'entrée 200 associé à un bloc 202 de contrôle de paramètres permettant de produire un affichage intitulé "erreur de mise au point" ou de passer à un bloc 208 intitulé "faire le choix" qui laisse

à l'opérateur le choix entre revenir de nouveau au menu principal ou de procéder à une introduction en <sup>/calculateur d'outil</sup> (calc. outil) 210 ou de réaliser un démarrage de cycle pour provoquer le lancement du cycle d'exécution pour la machine. Si le 5 choix porte sur "introduction en calc. outil", un bloc 212 intitulé "régler pos. finale" apparaît pour permettre à l'opérateur d'établir une nouvelle position finale pour le coin, détectée par le capteur 92 de position.

Si le démarrage du cycle est choisi, un bloc 214 intitulé "début de cycle d'exécution" prend la suite pour faire commencer le honage. Cela met en fonction le mécanisme d'entraînement 40 sous le contrôle d'un bloc 216 intitulé "validation entraînement" et met aussi en fonction le mécanisme de broche sous le contrôle d'un bloc 218, et du 15 mécanisme d'avance 52 comportant le coin 50 sous le contrôle d'un bloc 220 intitulé "validation avance". Les blocs 216, 218 et 220 sont tous validés simultanément pour provoquer le mouvement de rotation et de va-et-vient de la broche. 20 l'avance du coin pour agrandir le diamètre de honage a également lieu pour permettre la réalisation du honage.

Pendant le honage, la position d'entraînement est détectée par le capteur 48 de position d'entraînement, l'avance est détectée par le capteur 92 de coin, la vitesse de broche est détectée par le capteur 44 de vitesse, et le couple 25 appliqué à la broche est détecté par le capteur 46.

Considérant de nouveau la Fig. 6, un bloc 222 et le bloc associé 223 sont intitulés "régl. pos. entraînement" et servent au réglage de la position d'entraînement. Un autre bloc 238 de l'organigramme, intitulé "vitesse de 30 broche", est associé à un bloc 239 de tachymètre de moteur de broche intitulé "régler vitesse de sortie". Cette commande constitue un moyen pour réagir à la vitesse de broche de façon que des réglages puissent être apportés à volonté à la vitesse établie. Un autre bloc encore, 224, intitulé 35 "contrôle d'avance" est associé à un bloc 226 "neutrali-

sation d'avance" associé en outre au bloc 228 de cycle de relaxation . L'intervention de ces commandes met fin à un cycle de fonctionnement. L'état "fin de cycle" est indiqué sur l'organigramme par le bloc 230 qui est en 5 aval des blocs 234 et 236 intitulés invalidation d'entraînement et invalidation de broche.

Les figures 7 à 25 sont des affichages qui apparaissent pendant la mise au point et le fonctionnement de la machine. Le moyen d'introduction est un écran tactile mais on peut 10 envisager l'utilisation d'un clavier ou autre moyen d'introduction approprié.

La Fig. 7 représente un affichage électronique qui apparaît après l'initialisation pour le démarrage de la machine. A ce point, le système d'unités est choisi. La 15 Fig. 8 est affichée après que le système d'unités a été choisi. A ce point, le mode mise au point, exécution ou diagnostic est sélectionné.

La sélection du mode mise au point provoque l'affichage de la Fig. 9. Le masque poste les légendes suivantes :

20        "Introduire diamètre initial"  
           "Introduire diamètre final"  
           "Introduire longueur d'alésage"  
           "Introduire fini de surface"  
           "Introduire angle de hachures croisées"

Chacune comporte un espace d'introduction dans la commande 25 correspondante. L'utilisateur peut maintenant introduire chacun de ces paramètres à l'aide du moyen d'entrée tel que l'ensemble de touches tactiles représenté. Au terme de la dernière introduction, la Fig. 10 est affichée.

La Fig. 10 affiche six matières typiques à honer. 30 Cependant, la gamme de matières qui peuvent être honées ne se limite pas à ce masque de saisie et on peut envisager le honage de diverses autres matières, auquel cas une annulation est réalisée pour procéder aux introductions appropriées.

35        Une fois que la matière est choisie, la Fig. 11 est

affichée. L'utilisateur choisit la dureté de la matière d'après la gamme donnée. Si la dureté de la matière est inconnue de l'utilisateur, le "?" peut être sélectionné et le calculateur prend implicitement une valeur de dureté typique pour le type de matière choisi pour la pièce.

Après que la valeur de dureté a été choisie, la Fig. 12 est affichée. Les paramètres représentés sont soit calculés, soit trouvés sur des tables à consulter, soit introduits par l'utilisateur. On peut envisager que soient affichés sur ce masque d'autres paramètres en plus de ceux représentés, par exemple le moment de l'arrêt d'allumage. L'opérateur peut choisir de sauvegarder ou de corriger ces paramètres après les avoir examinés. Si l'option "Sauvegarde" est choisie, la machine exécute le réglage de ces paramètres. Il importe, dans la présente invention, que la plupart des paramètres de machine soient calculés sans que l'opérateur n'ait à faire autre chose que les introductions initiales. En outre, une fois que la machine a fait ses calculs, c'est le calculateur, et non l'opérateur, qui met la machine au point pour faire le travail. Aucun dispositif connu n'offre ces possibilités. Le présent moyen de commande par calculateur fait ainsi la plus grande partie de ce qu'on demandait auparavant à l'opérateur, et il s'en acquitte de manière expéditive et précise.

La Fig. 13 est affichée après que l'option "Sauvegarde" a été retenue. L'opérateur est invité à mettre en place l'outil affiché dans l'agencement de broche. L'opérateur est également invité à mettre une pièce en place sur l'outil et à faire avancer le coin pas-à-pas en vue de l'expansion de la surface abrasive de l'outil jusqu'à ce qu'elle vienne au contact de l'alésage de la pièce à usiner.

La Fig. 14 est affichée après que le coin a avancé pas-à-pas jusqu'à la position initiale du coin. Cet affichage permet à l'opérateur de choisir entre des pièces chargées

manuellement ou un système de chargement automatique de pièces si un tel dispositif a été installé sur la machine. Se reporter au brevet des U.S.A. Vanderwal et al.

n° 098690 déposé le 21 septembre 1987.

5

La Fig. 15 est affichée pour permettre la mise au point de la position d'entraînement. L'opérateur est invité à aligner l'avant de l'alésage de la pièce avec l'avant de l'élément abrasif présent sur l'outil. Le 10 microprocesseur peut calculer la position d'entraînement à partir de ce point de référence. L'affichage revient au menu principal représenté sur la Fig. 8 après que cette introduction a été faite.

La Fig. 16 est affichée si le mode "Correction" de 15 la Fig. 12 a été choisi au lieu du mode "Sauvegarde". L'affichage montre quelques-uns des paramètres calculés qui peuvent alors être corrigés par l'opérateur. Si l'opérateur choisit de corriger un paramètre, les masques de correction correspondants représentés sur les figures 17 à 22 apparaissent sur le dispositif de visualisation. Des modifications 20 sont permises, dans certaines limites pour la sécurité du fonctionnement, grâce au clavier numérique représenté sur ces masques. Après que les corrections désirées ont été faites, l'affichage revient à la Fig. 12 pour permettre 25 à l'opérateur de sauvegarder les modifications ou d'apporter des modifications supplémentaires.

Au terme de la mise au point, l'affichage revient au menu principal représenté sur la Fig. 8. Le mode exécution est sélectionné et la Fig. 23 est affichée. La sélection du "démarrage de cycle" lance un cycle de honage. L'opérateur peut aussi apporter des modifications mineures 30 aux paramètres de machine de cet affichage, par exemple un réglage de course et une correction d'outil. Cela est nécessaire afin que l'opérateur puisse effectuer les réglages requis pour compenser l'usure de l'outil et autres 35 états susceptibles de générer des inexactitudes.

La Fig. 24 est affichée après la sélection du "Démar-  
rage de Cycle" représenté sur la Fig. 23. La vitesse de  
broche, la vitesse d'entraînement et la vitesse d'enlè-  
vement de matière sont toutes indiquées en haut du masque  
par les légendes appropriées. Sous ces valeurs est affi-  
chée la position du coin. Les positions initiale et finale  
du coin sont indiquées par des flèches ou traits convena-  
blement référencés et, à mesure que le coin se déplace dans  
le mandrin, une figure de repérage indique de manière con-  
tinue la position instantanée du coin. La longueur du par-  
cours complet du coin affiché représente l'ampleur totale  
du déplacement du coin pour l'outil conseillé. Sous la  
visualisation de la position du coin est représenté un  
diagramme à barres qui visualise la charge exercée sur la  
broche. Il est prévu d'afficher la charge exercée sur la  
broche en pourcentage de la charge maximale admissible pour  
l'outil conseillé. À mesure que le coin va vers sa position  
initiale, la charge est nulle ou proche de zéro. À mesure  
que le coin va de la position initiale à la position finale,  
la charge augmente et prend une plus grande valeur pendant  
qu'a lieu le honage. Une fois que le diamètre final est  
atteint, il se produit une période de relaxation  
durant laquelle la charge exercée sur la broche diminue  
jusqu'à atteindre sensiblement de nouveau une valeur nulle  
ou proche de zéro. Sous l'affichage de la charge exercée  
sur la broche sont affichées des informations concernant  
les dimensions de l'alésage en cours d'usinage, l'état de  
la machine, les dimensions finales de l'alésage, le nombre  
de cycle et la durée du cycle. Toutes ces informations sont  
calculées par le microprocesseur pendant le honage de chaque  
pièce, ceci à des fins de commodité pour l'opérateur et  
d'archivage. Il est envisageable que la commande puisse  
communiquer avec des dispositifs extérieurs tels qu'un gros  
ordinateur, un micro-ordinateur ou des dispositifs de  
manutention automatisée de matières.

A la fin du cycle de honage, l'affichage revient à celui représenté sur la Fig. 23. Si on constate que le diamètre d'alésage de la pièce honée diffère du diamètre fini voulu, l'opérateur peut régler la position finale  
5 du coin en sélectionnant l'option "Costr. outil". Il en résulte l'affichage représenté sur la Fig. 25. L'opérateur utilise le clavier numérique affiché pour introduire la correction nécessaire et on revient à l'affichage représenté sur la Fig. 23.

10 Il apparaît que la suite d'affichages représentée n'est qu'une forme de réalisation des procédés de mise au point et d'exécution. D'autres informations peuvent être sollicitées et davantage de paramètres peuvent être calculés si nécessaire pour obtenir le fini de surface voulu et la  
15 géométrie d'alésage requise. L'interaction avec d'autres dispositifs que ceux évoqués est également prévue et souhaitable.

Il a donc été représenté et décrit une nouvelle machine de honage à commande par calculateur qui réalise tous les objectifs et avantages recherchés pour celle-ci. Cependant, il est clair pour ceux qui connaissent la technique que nombre de changements, modifications et variantes et d'autres utilisations et applications de la présente invention sont possibles, et que tous les changements,  
25 modifications et variantes et autres utilisations et applications qui ne s'écartent pas de l'esprit ni du cadre de l'invention sont considérés comme étant couverts par l'invention qui n'est limitée que par les revendications ci-après.

## Revendications :

1. Moyen de commande pour établir, mettre au point et contrôler des conditions de fonctionnement d'une machine-outil dotée de commandes de machine, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de calcul pour commander le réglage des commandes pour ladite machine-outil, un moyen d'introduction coopérant avec lesdits moyens de calcul pour introduire les paramètres des pièces à usiner, un moyen pour données co-opérant avec les moyens de calcul pour stocker des données, lesdits moyens de calcul utilisant les paramètres de pièces introduits et les données stockées pour établir des conditions de fonctionnement pour la machine-outil, et un moyen formant sortie de calculateur coopérant avec lesdits moyens de calcul et avec les commandes de la machine-outil pour faire fonctionner les commandes de la machine afin d'établir les conditions de fonctionnement de la machine-outil.
2. Moyen de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce que la machine-outil est une machine de honage.
3. Moyen de commande selon la revendication 2, caractérisé en ce que les commandes de la machine comprennent un moyen pour régler le diamètre de honage et les valeurs limites pour celui-ci, un moyen pour établir la vitesse de rotation à laquelle fonctionne la machine, la fréquence et la longueur de course et la charge de travail.
4. Moyen de commandé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les paramètres de pièce introduits comprennent les dimensions initiales et finales de l'alésage de la pièce à usiner, la longueur de l'alésage et la matière de la pièce à usiner.
5. Moyen pour commander le fonctionnement d'une machine-outil ayant un organe rotatif s'engageant dans la pièce comprenant un moyen pour agrandir le diamètre de l'organe s'engageant dans la pièce, un moyen réagissant à la vitesse de rotation de l'organe s'engageant dans la pièce et un autre moyen réagissant à la charge exercée sur celui-ci et au diamètre de celui-ci, caractérisé en

ce qu'il comprend :

des moyens de calcul comportant un moyen d'introduction dans le calculateur pour l'introduction de données relatives à une pièce ayant une surface à usiner à l'aide  
5 de la machine-outil, lesdits moyens de calcul comportant un moyen pour établir des paramètres de travail pour la machine-outil d'après les données introduites dans le moyen d'introduction afin d'établir des paramètres de travail pour commander le fonctionnement de la machine-outil pendant  
10 une opération de la machine-outil, lesdits moyens de calcul comportant des moyens de stockage contenant des informations à partir desquelles le calculateur peut calculer les paramètres de fonctionnement de la machine-outil en prenant en compte les données introduites dans le moyen d'introduction.

15 6. Moyen selon la revendication 5, caractérisé en ce que la machine-outil est une machine de honage ayant un mandrin expansible.

20 7. Moyen selon la revendication 5, caractérisé en ce que les données introduites dans le moyen d'introduction dans le calculateur comprennent les cotes initiales et finales de l'alésage à honer, la longueur de l'alésage et la matière de la pièce à usiner.

25 8. Moyen de commande pour une machine-outil ayant un organe rotatif et expansible s'engageant dans la pièce doté d'une surface axialement conique et d'un élément formant coin conique engageable avec celui-ci et mobile avec celui-ci pour changer le diamètre de celui-ci, leurs surfaces étant en contact mutuel, la machine-outil ayant un moyen pour faire tourner l'organe s'engageant dans la  
30 pièce, un moyen pour déplacer axialement l'élément formant coin afin de modifier le diamètre de l'organe s'engageant dans la pièce, un moyen réagissant à la vitesse de rotation de l'organe s'engageant dans la pièce pour produire un signal de sortie proportionnel à celle-ci, et un moyen réagissant à la charge exercée sur l'organe s'engageant  
35

dans la pièce quand l'organe s'engageant dans la pièce est au contact d'une surface à usiner, caractérisé en ce qu'il comporte :

des moyens de calcul pour établir les conditions de fonctionnement pour la machine-outil, comportant un moyen de contrôle par calculateur et un moyen d'introduction de données associés, ledit calculateur produisant sur le moyen de contrôle au moins un masque de saisie,  
5 un moyen pour introduire dans le moyen d'introduction des données sur la pièce à usiner comprenant des données quant au diamètre initial de la surface à usiner, au diamètre final de la surface à usiner, à la longueur de la surface à usiner et à la matière de la pièce à usiner, y compris les caractéristiques de dureté, lesdits moyens de  
10 calcul ayant des moyens de stockage de données comportant un logiciel et un moyen pour établir les conditions de fonctionnement pour la machine-outil d'après les données introduites dans le moyen d'introduction, et des données stockées comprenant des données quant à la vitesse de rotation de  
15 l'organe s'engageant dans la pièce et à la position de l'élément formant coin.

20 9.. Moyen de commande selon la revendication 8, caractérisé en ce que la machine-outil est une machine de honage ayant un mandrin rotatif et expansible.

25 10. Moyen pour commander le fonctionnement d'une machine de honage ayant un mandrin à organe abrasif allongé sensiblement tubulaire parcouru de bout en bout par une rainure et ayant une surface interne conique, un organe de réglage conique disposé dans l'organe abrasif ayant une surface externe conique au contact de la surface  
30 interne de l'organe abrasif et mobile axialement dans celui-ci pour régler le diamètre de l'organe abrasif, un moyen pour faire tourner le mandrin, un moyen réagissant à la vitesse de rotation du mandrin, un moyen réagissant à la charge exercée sur le mandrin, un moyen réagissant à  
35

la position axiale de l'organe conique de réglage par rapport à l'organe abrasif, caractérisé en ce qu'il comprend :

des moyens de calcul comportant un moyen d'introduction pour l'introduction de données quant à une pièce à usiner ayant une surface à honer, lesdits moyens de calcul comportant des moyens de stockage des données et un moyen pour établir des paramètres de fonctionnement pour la machine à honer d'après les données introduites dans le moyen 5 d'introduction et des données mémorisées pour établir des paramètres de travail pour commander le fonctionnement de la machine de honage pendant une opération de honage, lesdits moyens de calcul calculant les paramètres de travail de la machine de honage en prenant en compte les données introduites dans le moyen d'introduction et les données stockées, y compris des paramètres relatifs à la vitesse de rotation du mandrin, à la longueur de course et à la fréquence de course, au type de mandrin à installer sur la machine de honage et à la charge maximale admissible pouvant être 10 appliquée sur le mandrin.

11. Moyen pour commander le fonctionnement d'une machine de honage selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens de calcul comportent un moyen pour maintenir l'organe abrasif au contact d'une surface de travail pendant un laps de temps prédéterminé au terme d'une opération de honage afin de supprimer des contraintes dans la pièce usinée et de réaliser le diamètre et le fini définitifs de 15 la surface de la pièce en cours de honage.

12. Moyen pour commander le fonctionnement de la machine de honage selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens de calcul comprennent des moyens de stockage de données de table à consulter, contenant des données de table à consulter relatives à différents types de matières à honer.

35. 13. Moyen pour commander le fonctionnement d'une machine de honage selon la revendication 10, caractérisé en

ce que les moyens de calcul comportent un moyen pour déterminer la durée du temps nécessaire pour honer une pièce en tenant compte des paramètres de machine établis à l'aide des données introduites.

- 5        14. Moyen pour commander le fonctionnement de la machine de honage selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens de calcul comportent un moyen pour établir des limites acceptables pour certains paramètres de travail dont le diamètre de honage.
- 10      15. Moyen pour commander le fonctionnement de la machine de honage selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens de calcul comportent des moyens de stockage de données de table à consulter relatives au type d'abrasif à utiliser.
- 15      16. Moyen pour commander le fonctionnement d'une machine de honage selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens de calcul comportent un moyen pour établir des limites admissibles de charge applicable au mandrin.
- 20      17. Moyen de commande pour une machine de honage ayant un mandrin rotatif comportant un organe abrasif expansible tubulaire s'engageant dans la pièce, ayant une surface interne axialement conique et un organe formant 'coin conique dont la surface est au contact de la surface interne de l'organe abrasif et qui est mobile axialement dans l'organe abrasif pour modifier le diamètre de celui-ci, la machine de honage ayant un moyen pour faire tourner le mandrin, un moyen pour déplacer axialement l'organe formant coin afin de modifier le diamètre de l'organe abrasif, un moyen réagissant à la vitesse de rotation du mandrin pour produire un signal de sortie proportionnel à celle-ci, et un moyen réagissant à la charge exercée sur le mandrin quand l'organe abrasif est au contact de la surface à usiner, caractérisé en ce qu'il comprend
- 25                  des moyens de calcul pour commander le fonctionnement de la machine de honage, comportant un moyen de contrôle par calculateur et un moyen d'introduction d'informations asso-
- 30
- 35

ciés, lesdits moyens de calcul produisant sur le moyen de contrôle au moins un masque de saisie,

un moyen pour introduire dans le moyen d'introduction des données relatives à la pièce à usiner comportant des 5 données quant au diamètre initial de la surface à usiner, au diamètre final de la surface à usiner, à la longueur de la surface à usiner et à la matière de la pièce à usiner, y compris les caractéristiques de dureté, les moyens de calcul comportant des moyens de stockage de données 10 comprenant un logiciel, lesdits moyens de calcul établissant les conditions de fonctionnement pour la machine de honage d'après les données introduites dans le moyen d'introduction et des données stockées, y compris des données relatives à l'établissement d'une vitesse de rotation du mandrin et à 15 une plage de déplacement pour l'organe formant coin.

18. Moyen de commande pour une machine de honage selon la revendication 17, caractérisé en ce que les moyens de calcul ont un moyen coopérant avec le moyen pour déplacer le coin conique, le moyen pour faire tourner le mandrin et 20 le moyen réagissant à la charge exercée sur le mandrin.

19. Moyen de commande pour une machine de honage selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comporte dans les moyens de calcul un moyen pour établir une charge maximale sur le mandrin et pour suspendre une opération de 25 la machine si la charge exercée sur le mandrin dépasse ledit maximum préétabli.

20. Moyen de commande pour une machine de honage selon la revendication 17, caractérisé en ce que les moyens de calcul comportent un moyen pour produire sur le moyen de 30 contrôle un masque d'exécution pour indiquer les conditions de travail de la machine pendant une opération de honage, ledit masque d'exécution comportant un moyen pour indiquer la position de l'organe formant coin conique par rapport à l'organé abrasif et un moyen pour indiquer la charge 35 instantanée exercée sur le mandrin.

21. Moyen de commande pour une machine de honage selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen présent sur la machine de honage pour réaliser un mouvement axial relatif entre le mandrin rotatif et la surface à usiner, ce dernier moyen comportant un moyen pour établir une longueur de course et une fréquence de course.
22. Moyen de commande pour une machine de honage selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'organe abrasif expansible tubulaire s'engageant dans la pièce est parcouru par une rainure s'étendant d'une extrémité à l'autre de celui-ci.
23. Moyen de commande pour une machine de honage selon la revendication 17, caractérisé en ce que la machine de honage a un moyen réagissant à la position axiale du mandrin par rapport à la surface à usiner, et un moyen réagissant à celui-ci dans les moyens de calcul.
24. Moyen de commande pour une machine de honage selon la revendication 17, caractérisé en ce que la machine de honage a un moyen réagissant à la charge exercée sur le mandrin, et un moyen réagissant à celui-ci dans les moyens de calcul.

2620958

1/12

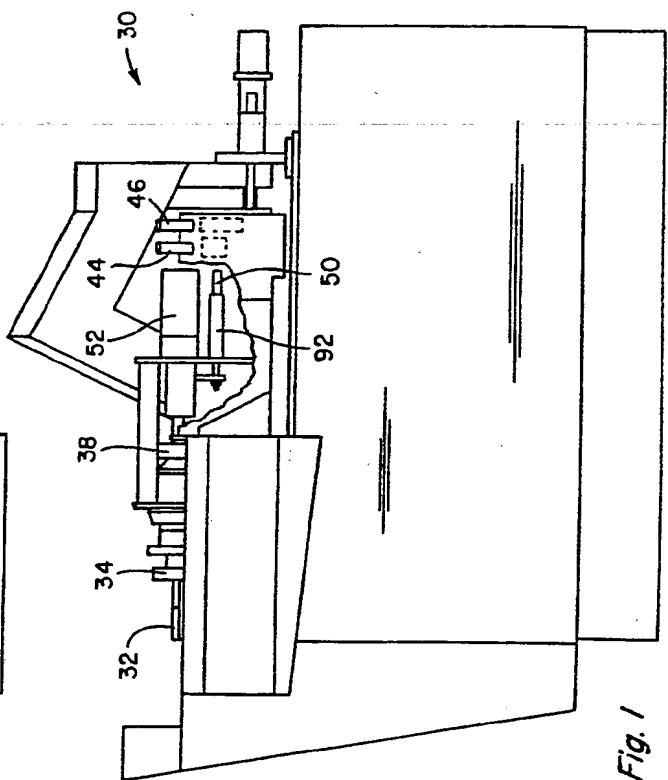
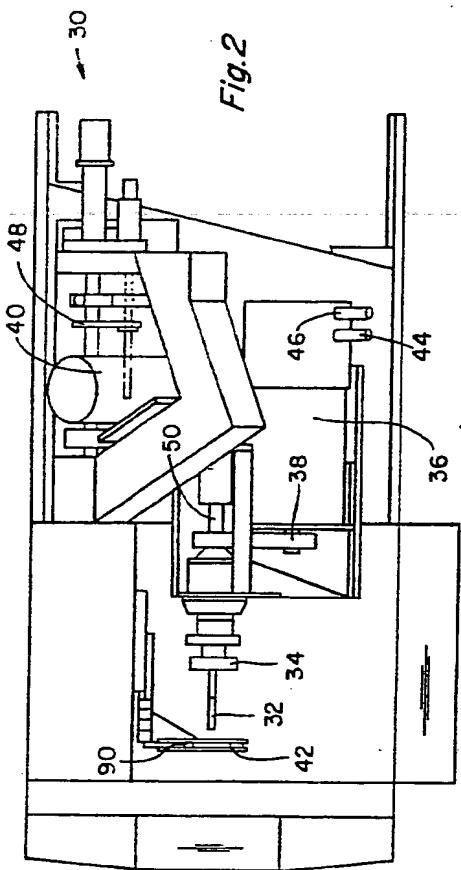
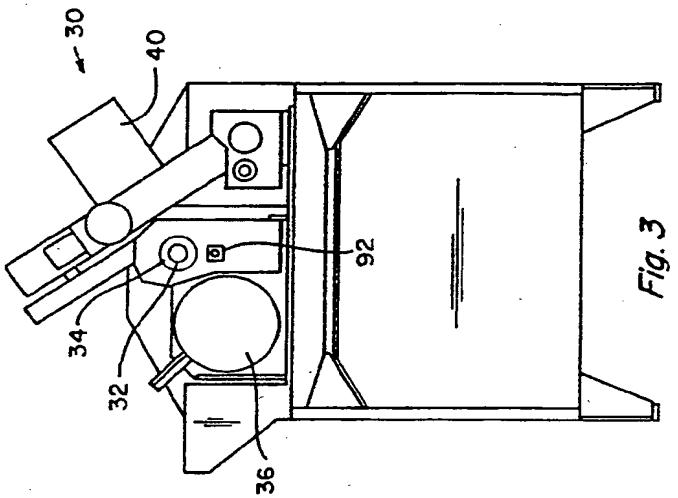
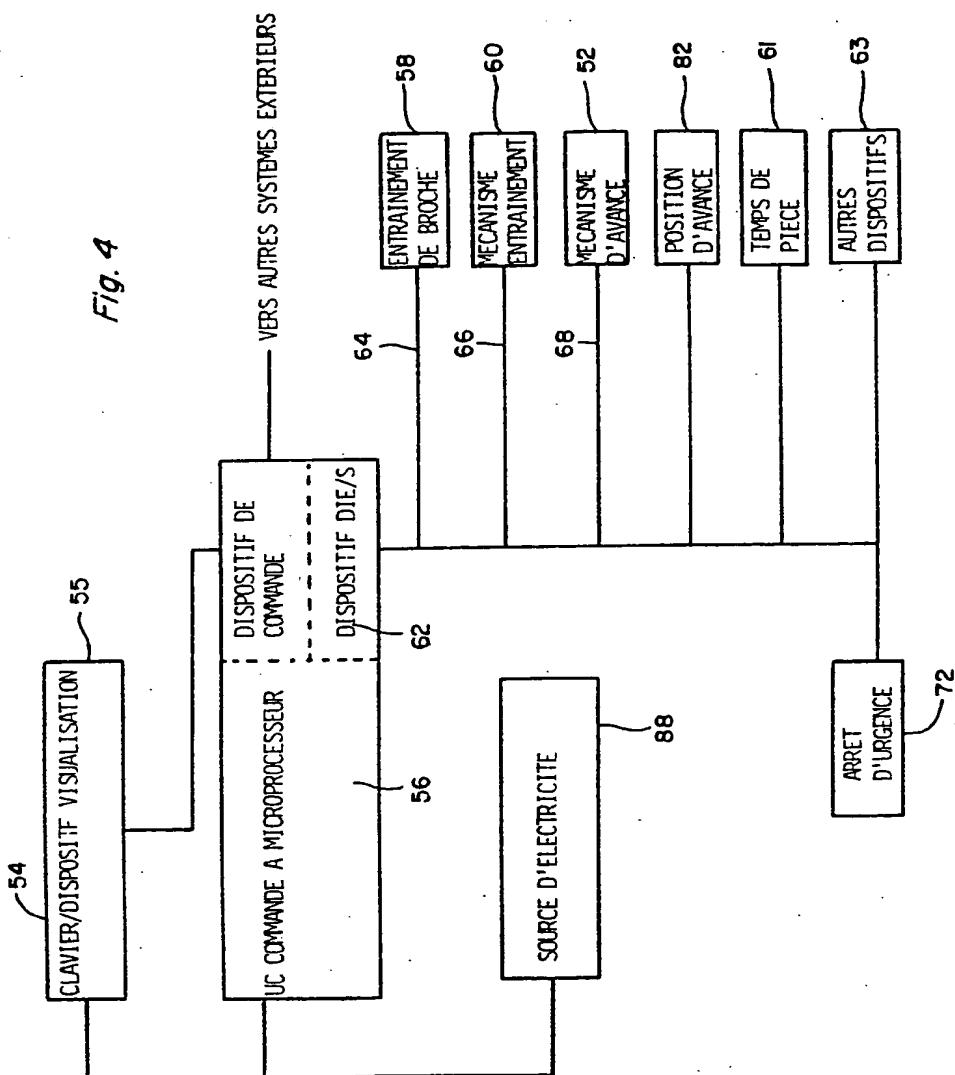


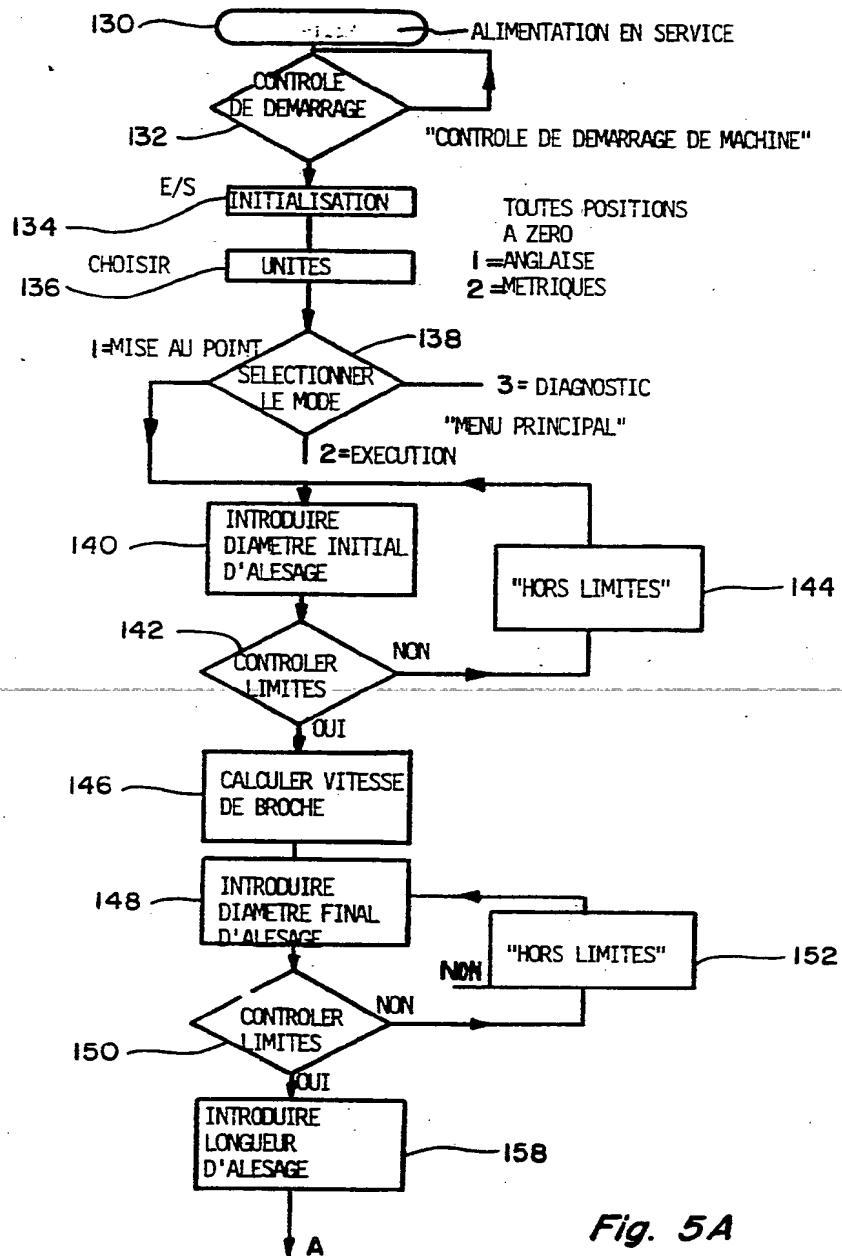
Fig. 1

2/12



2620958

3/12



*Fig. 5A*

4/12

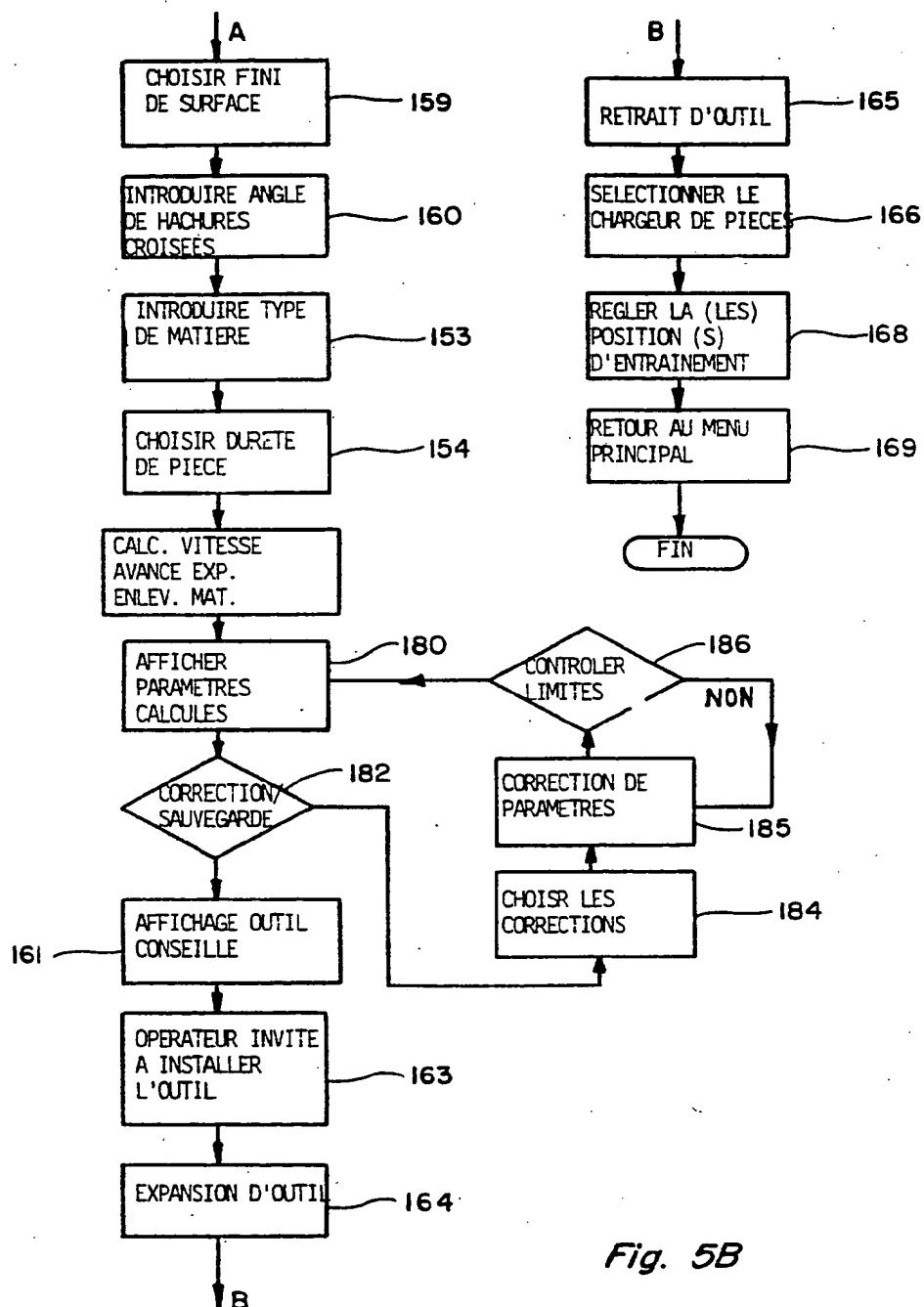
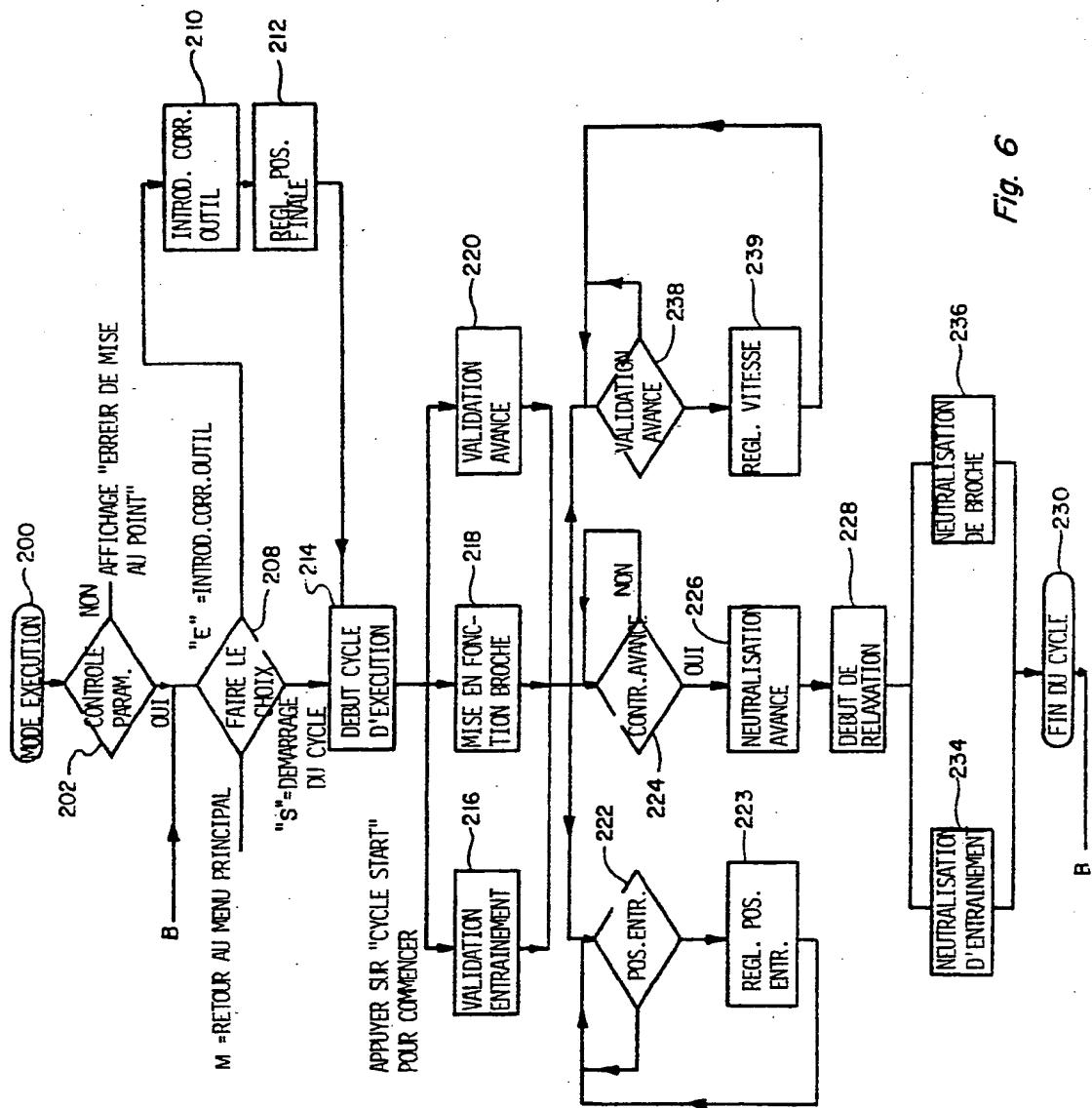


Fig. 5B



2620958

6/12

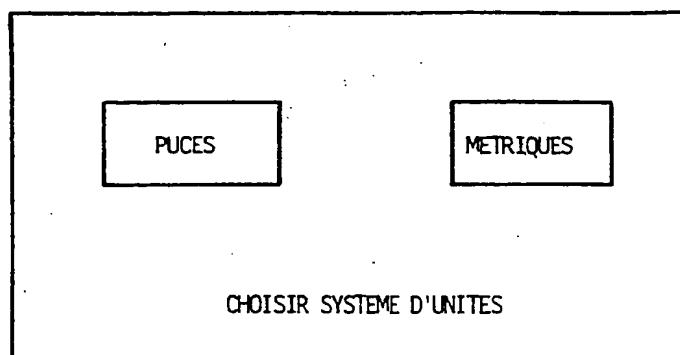


Fig. 7

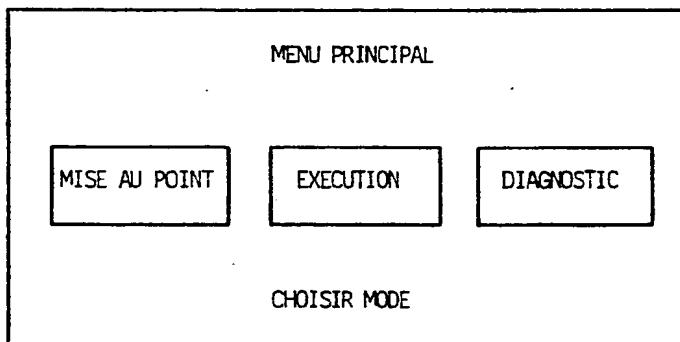


Fig. 8

MISE AU POINT DU MODE  
INTRODUIRE DIAMETRE INITIAL

INTRODUIRE DIAMETRE FINAL  
INTRODUIRE LONGUEUR D'ALESAGE

INTRODUIRE FIN DE SURFACE

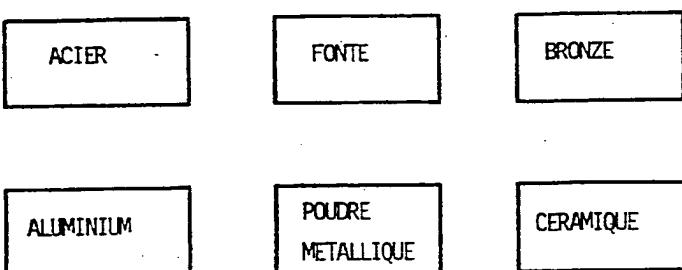
INTRODUIRE ANGLE DE HACHURES CROISEES

7	8	9	MENU PRINCIPAL
4	5	6	DERNIER
1	2	3	ANN.
0	.		INTRODUCTION

Fig. 9

2620958

7/12



SELECTIONNER TYPE DE MATIERE

Fig. 10

MODE MISE AU POINT  
BRINELL

90 - 120	121 - 150	151 - 180	181 - 210	211 - 240
20 - 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 70

ROCKWELL C

SELECTIONNER DURETE DE MATIERE

Fig. 11

LES PARAMETRES SUIVANTS ONT ETE CALCULES

VITESSE DE BROCHE \_\_\_\_\_

DIAMETRE FINAL \_\_\_\_\_

LONGEUR DE COURSE \_\_\_\_\_

VITESSE D'ENTRAINEMENT \_\_\_\_\_

VITESSE D'AVANCE \_\_\_\_\_

SAUVEGARDE

CORRECTION

Fig. 12

2620958

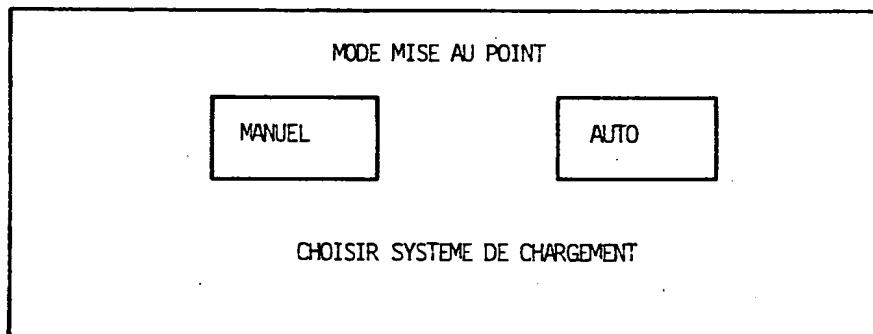
8/12

INSTALLER OUTIL N°\_\_\_\_\_

APRES L'INSTALLATION, PLACER LA PIECE SUR LE MANDRIN ET  
REALISER UNE EXPANSION DU MANDRIN JUSQU'A CE QU'IL SOIT  
AU CONTACT DE L'ALESAGE

A LA FIN, APPUYER SUR "ENTER" (=INTRODUIRE)

=INTRODUIRE  
*Fig. 13*



*Fig. 14*

DEPLACER PAS A PAS LE MECANISME D'ENTRAINEMENT POUR ALIGNER L'AVANT  
DE L'ALESAGE DE LA PIECE AVEC L'AVANT DE L'ABRASIF SITUÉ SUR LE MANDRIN

A LA FIN, APPUYER SUR "ENTER" (=INTRODUIRE)

=INTRODUIRE

*Fig. 15*

2620958

9/12

CHOISIR LES PARAMETRES A MODIFIER

VITESSE DE BROCHE \_\_\_\_\_

LONGUEUR DE COURSE \_\_\_\_\_

VITESSE D'ENTRAINEMENT \_\_\_\_\_

VITESSE D'AVANCE \_\_\_\_\_

TEMPS DE RELAXATION \_\_\_\_\_

POUCES/METRIQUES \_\_\_\_\_



Fig. 16

MODE MISE AU POINT  VITESSE DE BROCHE= _____  INTRODUIRE VITESSE DE BROCHE VOULUE= _____	7	8	9	MENU PRINCIPAL
	4	5	6	DEERNIER
	1	2	3	ANN.
	0	.	INTRODUIRE	

Fig. 17

MODE MISE AU POINT  LONGUEUR DE COURSE= _____  INTRODUIRE LA LONGUEUR DE COURSE VOULUE= _____	7	8	9	MENU PRINCIPAL
	4	5	6	DEERNIER
	1	2	3	ANN.
	0	.	INTRODUIRE	

Fig. 18

2620958

10/12

MODE MISE AU POINT	7	8	9	MENU PRINCIPAL
VITESSE D'ENTRAINEMENT.	4	5	6	DERNIER
INTRODUIRE LA VITESSE D'ENTRAINEMENT VOULUE =	1	2	3	ANN.
	0	.		INTRODUIRE

Fig. 19

MODE MISE AU POINT	7	8	9	MENU PRINCIPAL
VITESSE D'AVANCE =	4	5	6	DERNIER
INTRODUIRE LA VITESSE D'AVANCE VOULUE =	1	2	3	ANN.
	0	.		INTRODUIRE

Fig. 20

MODE MISE AU POINT	7	8	9	MENU PRINCIPAL
TEMPS DE RELAXATION =	4	5	6	DERNIER
INTRODUIRE LE TEMPS DE RELAXATION VOULU =	1	2	3	ANN.
	0	.		INTRODUIRE

Fig. 21

2620958

11/12

MODE MISE AU POINT	7	8	9	MENU PRINCIPAL
POUCES/METRIQUES =	4	5	6	DEERNIER
INTRODUIRE L'UNITE . POUCES/METRIQUE VOULUE =	1	2	3	ANN.
	0	.		INTRODUIRE

Fig. 22

MODE EXECUTION	
<input type="button" value="DEMARRAGE DU CYCLE"/>	<input type="button" value="REGL. COURSE"/>
CYCLES COMPLETS =	<input type="button" value="EFFACER"/> <input type="button" value="MENU PPAL"/>
	<input type="button" value="COMpte CORRECTION D'OUTIL"/>

Fig. 23

2620958

12/12

REGLAGES MACHINE										
VITESSE DE BROCHE	VITESSE D'ENTR.	VITESSE D'AVANCE	VITESSE D'ENL.MA							
POSITION DU COIN										
INITIALE		FINALE		CHARGE SUR BROCHE						
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
DIMENSIONS DE L'ALESAGE				ETAT MACHINE		COTE FINALE		NBRE.DE CYCLES		DUREE DU CYCLE

Fig. 24

INTRODUIRE CORRECTION D'OUTIL

- CORRECTION MAXIMALE  
D'OUTIL = 0,0050 m
- CORRECTION NON SUPERIEURE  
A L'EXPANSION DU DIA.

7	8	9	MENU EXEC.
4	5	6	DEERNIER
+	1	2	3 ANN.
-	0	.	INTRODURE

Fig. 25

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**